



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Comprendiendo el cambio climático con ayuda de las matemáticas

Autor/es

CRISTINA EXTREMIANA VÁZQUEZ

Director/es

JOSÉ MANUEL GUTIÉRREZ JIMÉNEZ

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Matemáticas

Departamento

MATEMÁTICAS Y COMPUTACIÓN

Curso académico

2019-20



Comprendiendo el cambio climático con ayuda de las matemáticas, de
CRISTINA EXTREMIANA VÁZQUEZ
(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.
Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.

Trabajo de Fin de Máster

**Comprendiendo el cambio
climático con ayuda de las
matemáticas**

Autora

Cristina Extremiana Vázquez

Tutor: José Manuel Gutiérrez Jiménez

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Matemáticas (M06A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2019/2020

Índice

Resumen	1
1. Introducción y justificación	3
2. Objetivos	5
3. Marco teórico	7
3.1. Contextualización de problemas	8
3.2. Uso de las TIC	9
3.3. Cambio climático	10
3.4. Estado de la cuestión	12
4. Propuesta de intervención didáctica	15
4.1. Objetivos específicos	16
4.2. Competencias	17
4.3. Contenidos	18
4.4. Aplicación de la propuesta	19
4.4.1. Temporalización	20
4.4.2. Materiales y recursos	30
4.4.3. Atención a la diversidad	31
4.5. Evaluación	31
5. Discusión	35
6. Conclusiones	39
Referencias	43

Anexo I**45**

Resumen

El cambio climático es el reto más importante que el ser humano ha tenido que afrontar en toda su historia. Es imprescindible tomar medidas ya para poder mitigar las importantes consecuencias que trae consigo y que ya estamos experimentando. El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es utilizar el calentamiento global y el cambio climático como contexto en el aula de matemáticas, en concreto, para impartir estadística en 1º de Bachillerato. De esta manera buscamos motivar a los estudiantes mostrando la necesidad y la importancia de las matemáticas en la vida diaria y en temas de tanta relevancia como este. Además, utilizar este contexto permite concienciar a los alumnos sobre cambio climático y animarles a tomar partido en la lucha contra el calentamiento global, proporcionándoles información científica y veraz con la que valorar las acciones políticas que se están tomando al respecto desarrollando así su pensamiento crítico.

Abstract

Climate change is the most important challenge that humankind has ever faced in its history. It is necessary to adopt measurements now to mitigate the important consequences that climate change is bringing and that we are already suffering. The goal in this work is to use global warming and climate change as a context in the subject of mathematics, specifically in statistics for 1º Bachillerato. In this way, our aim is to motivate students by showing the importance and need of mathematics both in daily life and in topics of such high relevance as climate change. Besides, using this context allow to raise student's awareness regarding climate change and encourage them to take part in the fight against global warming. Furthermore, providing verified and scientific information will allow them to assess the political policies that are currently being adopted and, thus, help them in the development of their critical thinking.

Capítulo 1

Introducción y justificación

El cambio climático actual es el reto más importante que tiene que enfrentar el ser humano a lo largo de todos sus siglos de historia. Además, el ritmo tan acelerado con el que está teniendo lugar hace que sea imprescindible tomar medidas a nivel global ahora para, no ya revertir, sino mitigar sus consecuencias.

A pesar de que las evidencias científicas son claras y numerosas todavía hay gente, con gran poder en la toma de decisiones, que no lo considera un problema importante o incluso niega su existencia. Por ejemplo, Donald Trump ha negado en varias ocasiones la existencia del cambio climático llegando a retirar a Estados Unidos del Acuerdo de París firmado en 2016 por 195 países donde se comprometían a mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C sobre los niveles preindustriales (Andrés, 2019).

Pero no hace falta irse a Estados Unidos para ver opiniones contrarias al criterio científico. En 2007, Mariano Rajoy restaba importancia al cambio climático y negaba que tuviera que ser considerado como un asunto capital citando a un primo científico y confundiendo clima con meteorología (Cadena Ser, 2007).

Todo esto deja claro que todavía es necesario seguir formando y concienciando a la población de que el cambio climático es un problema real, con consecuencias sumamente importantes a corto y medio plazo.

En ese sentido, son los jóvenes los que están liderando la lucha contra el cambio climático y el movimiento para presionar a los líderes políticos a actuar ya frente al calentamiento global. No hay que perder de vista que la líder del movimiento Fridays for Future, Greta Thunberg, con mucha presencia en redes sociales y medios

de comunicación es una adolescente de 17 años.

La reclamación principal de este movimiento es que los gobiernos a nivel mundial se impliquen en la lucha contra el cambio climático y tomen medidas de carácter político urgentemente para poder paliar sus consecuencias. En este sentido, en nuestro país se está preparando una Ley de Cambio Climático en la que se plantean medidas como la implementación de una zona de bajas emisiones en todos los municipios de más de 50000 habitantes o la prohibición de la circulación de vehículos de combustión a partir de 2050 (Jorrín, 2020).

Estas medidas, en ocasiones, han creado gran controversia, ocupando muchos minutos en los medios de comunicación como por ejemplo, el caso de Madrid Central, una zona de bajas emisiones que se puso en marcha en la capital en 2018 y que fue protagonista de la última campaña electoral al ayuntamiento de Madrid.

Por tanto, si les facilitamos información científica y fiable, podrán analizar los datos que lean o escuchen en redes sociales y medios de comunicación y valorar de manera crítica las actuaciones políticas que se están tomando y se tomarán al respecto.

Por este motivo, esta propuesta de innovación utiliza el cambio climático actual como contexto. Creemos que utilizar este tema tan global y con el que los jóvenes están especialmente sensibilizados puede captar la atención de los alumnos haciendo que aumente su motivación hacia la asignatura. Además, al tratar un tema global y tan importante en clase, combatimos la creencia de que las matemáticas son solo un conjunto de reglas y algoritmos que memorizar de cara a aprobar el examen.

Asimismo, y en el caso de que no lo estén ya, conseguimos concienciar a los alumnos y animarles a tomar partido en la lucha contra el calentamiento global con pequeñas acciones que puedan realizar a nivel individual en su día a día.

Finalmente, la estadística es uno de los bloques que, generalmente por falta de tiempo, no suele verse durante el curso. Sin embargo, los contenidos de estadística que se tratan en este trabajo pueden ser muy importantes para aquellos alumnos de quieran estudiar carreras universitarias o grados de formación profesional, por ejemplo, de la rama de ciencias sociales o sanitarias. Para estos estudiantes, estos conocimientos pueden ser muy útiles en el futuro y este es otro de los motivos por los que esta propuesta de innovación puede ser muy beneficiosa para los alumnos.

Capítulo 2

Objetivos

El objetivo general de esta propuesta es estudiar las características y parámetros de una distribución bidimensional utilizando el calentamiento global y el cambio climático como contexto para, de esta manera, mostrar una aplicación de las matemáticas en la vida real, haciendo así más atractivo el estudio de esta unidad.

Aunque el objetivo principal es de carácter matemático y está especialmente relacionado con la enseñanza de las matemáticas buscando una manera de hacerlas más atractivas e interesantes para los alumnos, al utilizar como contexto un tema con tanta relevancia hoy en día, aparecen otros objetivos asociados esta vez de carácter social, que también se trabajan a lo largo de la propuesta.

A continuación, se detallan, en dos bloques separados, los principales objetivos que se pretenden conseguir con este trabajo.

Los objetivos específicos en relación con el aprendizaje de las matemáticas son:

- Favorecer una actitud positiva hacia las matemáticas poniendo el acento en su gran importancia para entender, modelizar y predecir fenómenos de la naturaleza.
- Estudiar conceptos matemáticos a través de problemas contextualizados, relacionando así estos contenidos con aspectos de la vida real y haciendo más interesante su aprendizaje.
- Identificar los elementos matemáticos presentes en internet o en los medios de comunicación en el día a día y expresarlos con un lenguaje matemático apropiado y empleando las unidades de medida correctas.

- Utilizar de forma adecuada los distintos medios tecnológicos (calculadora, ordenadores, internet, etc.) y programas informáticos para buscar datos fiables, analizar y representar fenómenos de la naturaleza y la vida real.
- Analizar y extraer información de gráficas más o menos complejas que puedan aparecer en la vida cotidiana.
- Favorecer el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico a través del estudio de fenómenos globales de la naturaleza con implicaciones muy importantes en la actualidad y en un futuro próximo.
- Desarrollar estrategias para defender sus argumentos frente a los de sus compañeros, permitiéndoles comparar distintos criterios para, entre todos, elegir la respuesta más adecuada.

Por otra parte, los objetivos específicos relacionados con el calentamiento global y el cambio climático son los siguientes:

- Concienciar sobre la importancia del cambio climático como un problema global y sus implicaciones presentes y futuras.
- Identificar las causas y consecuencias principales del cambio climático así como sus posibles soluciones.
- Proporcionar información, ejemplos y datos suficientes que permitan a los alumnos tomar conciencia del calentamiento global y sus consecuencias.
- Reflexionar sobre el efecto de la contribución individual en la lucha contra el calentamiento global y el cuidado del medio ambiente.
- Identificar fuentes veraces y científicas de las que obtener información y datos fiables y aprender a reconocer noticias falsas relacionadas con el medio ambiente y el cambio climático.

Capítulo 3

Marco teórico

Tradicionalmente, en la enseñanza de las matemáticas han predominado las clases magistrales, basadas en un modelo conductista del proceso de enseñanza-aprendizaje donde lo importante son los conocimientos que el profesor transmite a los alumnos mientras ellos escuchan y se mantienen en un segundo plano.

Sin embargo, cada vez están adquiriendo más relevancia y popularidad las metodologías que sitúan al alumno en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas metodologías se encuadran dentro de los modelos constructivistas donde los alumnos son los protagonistas y su papel principal es aprender a aprender, de manera activa y autónoma. En esta situación, el docente actúa como mediador, ayudando y favoreciendo el aprendizaje de los estudiantes.

Así, en estos modelos se pretende que los alumnos establezcan vínculos y conexiones entre los contenidos que vayan a aprender con conocimientos previos que tengan para, de esta forma, favorecer un aprendizaje significativo.

Además, ya no solo se tienen en consideración los factores o capacidades cognitivas de los estudiantes, sino que los factores afectivos y motivacionales adquieren ahora especial relevancia. Sin curiosidad o motivación no hay aprendizaje significativo y, en este sentido, se han desarrollado numerosas propuestas en los últimos años donde el alumno es el protagonista de su propio aprendizaje como el aprendizaje cooperativo o el aprendizaje por descubrimiento.

Por esta razón, uno de los principales objetivos de este trabajo es favorecer el aprendizaje significativo aumentando la motivación de los alumnos al añadir a los conceptos matemáticos a trabajar, un contexto que despierte su curiosidad y les

resulte de interés.

Por tanto, los principales aspectos teóricos en los que se fundamenta este trabajo y que se tratan en este capítulo son: la contextualización de problemas, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación y el cambio climático, que es el tema elegido como hilo conductor de las sesiones planteadas a lo largo de esta propuesta. Por último, se hablará de otros proyectos o trabajos que han servido para inspirar este Trabajo Final de Máster.

3.1. Contextualización de problemas

El aprendizaje en contexto y, concretamente la contextualización de problemas en matemáticas, es un instrumento muy útil a la hora de motivar al alumno y despertar su curiosidad. Tradicionalmente, muchos de los ejercicios planteados en la asignatura de matemáticas se limitan a dar instrucciones cortas y directas, como por ejemplo “Representa la siguiente función” o “Resuelve este sistema”. En otras ocasiones, los enunciados van un poco más allá pero el contexto es poco realista, sin interés y repetitivos. Un ejemplo típico puede ser: “un kilo de naranjas cuesta 0.5€ más que un kilo de peras. Si en el mercado he comprado 3 kilos de naranjas y uno de peras por 5.30€, ¿cuánto vale el kilo de naranjas?”.

Este tipo de enunciados son repetitivos, no despiertan la curiosidad de los estudiantes y refuerzan la idea de que las matemáticas pueden ser aburridas y un conjunto de reglas y algoritmos que memorizar de cara a aprobar el examen y superar la asignatura.

Sin embargo, introducir un contexto que resulte de interés para los alumnos, por un lado, hace que su motivación aumente y por otro, muestra la importancia de las matemáticas y su relación con otras asignaturas, aspectos del día a día o problemas tan importantes como el elegido en esta ocasión. Además, también se introducen conocimientos nuevos y diferentes y aparece un componente de reflexión sobre el tema que se está trabajando.

El contexto utilizado puede ser puramente matemático, puede estar conectado al mundo real o puede tratarse de un contexto o una situación hipotética. El contexto en esta propuesta se enmarca dentro de la segunda opción lo que nos permite, a

la vez que estudian contenidos matemáticos, concienciar a los estudiantes sobre un tema de gran actualidad.

Sin embargo, para contextualizar adecuadamente un problema y poder acercar las matemáticas a los alumnos es necesario conocer bien el tema a tratar, utilizar datos y fuentes fiables para el planteamiento del problema y sobre todo, conocer sus intereses e inquietudes (Parra, 2013).

Crear un contexto acertado y relevante para los estudiantes puede ser clave en su aprendizaje. Lograr establecer el marco adecuado para un problema supone una gran ventaja, ya que un contexto interesante y motivador puede ayudar a superar los bloqueos iniciales que algunos estudiantes pueden tener de cara a las matemáticas (Gómez-Chacón, 2002).

En definitiva, la contextualización de problemas relaciona las matemáticas con otras asignaturas y proporciona una imagen de ellas como instrumento de trabajo y análisis que al tener soporte real, con capacidad de responder a la famosa pregunta de para qué sirven la matemáticas, atrae en mayor medida a los alumnos (Núñez y Font, 1995).

3.2. Uso de las TIC

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación son todas aquellas tecnologías que giran en torno al procesamiento, recuperación y comunicación de información través de diferentes dispositivos electrónicos e informáticos (Belloch, 2012).

Aunque se han ido introduciendo de forma paulatina en los centros educativos, el uso de las TIC con propósitos didácticos se ha convertido en una herramienta de gran valor y cada vez más común en el aula.

Actualmente, las nuevas tecnologías son imprescindibles prácticamente en todos los aspectos de la vida diaria. Por tanto, si consideramos que los alumnos deben aprender en un entorno real y obtener unas competencias digitales básicas con las que desenvolverse en el futuro, no podemos dejar de lado el uso las TIC en el aula.

Asimismo, a través de ellas, podemos acceder a numerosos recursos educativos muy útiles y valiosos a los que, de otra forma, no podríamos acceder. Todo esto, además, sin tener en cuenta situaciones como las vividas este curso en el que se han

tenido que suspender las clases presenciales en todas las etapas educativas. En casos como este, las TIC se vuelven imprescindibles.

La integración de dichas tecnologías en el aula no implica necesariamente tener que implementar una metodología determinada. En muchas ocasiones, las TIC complementan una metodología tradicional basada en clases magistrales donde el alumno recibe la información que el profesor transmite. Sin embargo, las TIC y los numerosos recursos a los que podemos acceder gracias a ellas son grandes aliados a la hora de fomentar la interacción y el aprendizaje colaborativo (Belloch, 2012).

Sin embargo, para que el uso de estas herramientas ayuden y favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje y no se conviertan en un obstáculo, es importante que estas se adecuen al nivel de desarrollo y capacidades del alumnado así como a sus conocimientos previos. De otra manera, se convertirán en una barrera más a superar para alcanzar los contenidos que se trabajan a través de ellas (Guerrero, 2014).

Cuando se utilizan adecuadamente, como apoyo y guía del proceso de enseñanza aprendizaje, las Tecnologías de la Información y la Comunicación aportan gran flexibilidad, versatilidad e interactividad. Además, favorecen en gran medida la colaboración de los alumnos, mejoran su motivación e interés y fomentan la integración y el espíritu de búsqueda e investigación. Asimismo, estimulan el desarrollo de habilidades tan importantes como el razonamiento, la competencia de aprender a aprender, la resolución de problemas y la creatividad (Baro, 2011).

3.3. Cambio climático

Se define cambio climático como la variación global en el estado del sistema climático terrestre que se mantiene durante largos periodos de tiempo, del orden de décadas o más, hasta alcanzar un nuevo equilibrio (Pacheco y Petrus, 2015).

El clima de la Tierra siempre ha estado sometido a variaciones. Los cambios climáticos han existido desde el comienzo de la historia de la Tierra y cada uno ha tenido sus propias causas, ritmo y características.

La paleoclimatología es la ciencia que estudia las grandes variaciones climáticas. Ha establecido los cambios de parámetros orbitales, las variaciones de la radiación solar, los periodos de vulcanismo intenso o los impactos de meteoritos como alguna

de las causas que de los cambios climáticos que han tenido lugar a lo largo de la historia de nuestro planeta.

La diferencia entre el cambio climático que está ocurriendo en la actualidad y otros en el pasado es que el actual es antropogénico, es decir, debido a las acciones y actuaciones humanas sobre el medio ambiente. En concreto, está especialmente relacionado con la intensificación del efecto invernadero debido a las emisiones procedentes de la quema de combustibles fósiles (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2016).

El efecto invernadero es un fenómeno natural que ha permitido que exista la vida en nuestro planeta durante miles de años. La radiación térmica emitida por la superficie terrestre es absorbida por los gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera, como el CO_2 o el N_2O , y es irradiada en todas las direcciones. Parte de esa radiación es devuelta hacia la superficie terrestre haciendo que la temperatura en la superficie terrestre sea mucho mayor a la que habría en ausencia de dichos gases (Pacheco y Petrus, 2015).

Sin embargo, las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles o la deforestación han acentuado este fenómeno provocando un calentamiento global con importantísimas consecuencias (Stocker y cols., 2013).

Actualmente, existe un amplio consenso científico en que el cambio climático actual y la gran velocidad con la que está teniendo lugar son consecuencia de actuaciones humanas. En 2013, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático concluyó que “es extremadamente probable que la influencia humana ha sido la causa dominante del calentamiento observado desde la mitad del siglo XX”. La principal influencia humana ha sido la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera a través de la quema de combustibles fósiles, la deforestación o el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura.

Una de los principales argumentos de los negacionistas del cambio climático es cuestionar cómo es posible que los científicos sean capaces de predecir el clima que habrá dentro de 50 años y no el tiempo que hará las próximas dos semanas. Para rebatir este argumento es importante distinguir entre meteorología y clima.

La meteorología es la rama de la física de la atmósfera que estudia el estado del tiempo a través de factores como la humedad, temperatura o el viento. El estado de

la atmósfera cambia constantemente y afecta a todos factores de manera local. Sin embargo, el clima hace referencia al promedio de temperatura, humedad o precipitaciones en una zona determinada durante un amplio periodo de tiempo, generalmente varias décadas. Los parámetros que condicionan el clima pueden ser las corrientes oceánicas, la radiación solar, la latitud o el relieve de la zona (Rodríguez, Benito, y Portela, 2014).

Aunque continúa habiendo parte de la sociedad y dirigentes políticos que niegan la existencia del cambio climático, desafortunadamente, existen numerosas evidencias del calentamiento global, sus causas y sus consecuencias. Las proyecciones de modelos climáticos predicen un aumento de la temperatura global de hasta 1.7 °C en un escenario de emisiones controladas y de hasta 4.8 °C si no se toman medidas (Stocker y cols., 2013).

El impacto del cambio climático variará entre las diferentes regiones del planeta pero, además del aumento de la temperatura global, se espera que aumente el nivel de mares y océanos, que se produzca una expansión de los desiertos y un retroceso de los glaciares y el hielo marino. Además, se prevé un cambio en los patrones de precipitaciones provocando que los fenómenos climáticos extremos sean cada vez más comunes, la acidificación de los océanos y la extinción de numerosas especies (Lu, Vecchi, y Reichler, 2007).

Por todos estos motivos 195 países firmaron en 2016 el Acuerdo de París por el que se comprometían a adoptar las medidas necesarias para mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C sobre los niveles preindustriales. Asimismo, muchos países, a los que se sumó España en 2019, han declarado el estado de emergencia climática por la que se comprometen a adoptar medidas para detener el calentamiento global y el cambio climático.

3.4. Estado de la cuestión

Una de las principales inspiraciones de este trabajo es el artículo de Francisco Manuel Rodríguez Mayo publicado en la revista *Suma* en 2007, donde ya propone el uso del cambio climático para la enseñanza de la estadística en 4º de ESO.

Sin embargo, desde 2007 no he podido encontrar ningún otro artículo que relacio-

ne el cambio climático con la enseñanza de las matemáticas en ESO o Bachillerato en nuestro país. Por una parte, los contenidos matemáticos que se tratan pertenecen a una parte del currículo que, habitualmente, no se suele impartir debido a la falta de tiempo, especialmente en Bachillerato. Por otra, las matemáticas detrás de los modelos climáticos son complejas y difíciles de relacionar con las matemáticas que se estudian en estas etapas educativas. Por tanto, estos motivos podrían explicar por qué no hay muchas propuestas o investigaciones didácticas en este sentido.

Por supuesto, sí hay numerosos trabajos acerca de la contextualización de problemas en matemáticas y el uso de las TIC en educación. También hay disponibles muchos proyectos y propuestas para llevar al aula y concienciar acerca del cambio climático, aunque generalmente están relacionados con otras asignaturas, como física y química o biología, y no tanto con las matemáticas.

Sin embargo, también hay proyectos interdisciplinares como una unidad didáctica para segundo ciclo de ESO creada por el Gobierno del Principado de Asturias dentro del programa “Castellana Verde” con la que se pretende informar y formar al alumnado acerca del cambio climático de manera transversal trabajando muchas de las capacidades y competencias contempladas en el currículo desde las diferentes áreas de cada curso (Gobierno del Principado de Asturias, 2019).

Además, desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/Cclimatico/actdida_cc.aspx) se pone a disposición pública numerosos recursos interdisciplinares para todos los niveles con los que formar y sensibilizar acerca del calentamiento global y el cambio climático.

Capítulo 4

Propuesta de intervención didáctica

La propuesta de innovación de este Trabajo Fin de Máster se basa en trabajar con el cambio climático como hilo conductor parte del bloque de estadística de la asignatura Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales I de 1º de Bachillerato fijado en el Decreto 21/2015, de 26 de junio de 2015, por el que se establece el currículo de Bachillerato de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

De esta manera, se pretende favorecer una actitud positiva hacia a la asignatura y aumentar el interés de los alumnos por los contenidos estudiados. Además, se les proporciona un ejemplo muy claro de cómo las matemáticas son imprescindibles para entender, modelizar y predecir fenómenos tan importantes como el calentamiento global y el cambio climático.

Igualmente, además de aumentar el interés de los alumnos hacia la asignatura y los contenidos tratados, se pretende concienciar sobre las consecuencias del calentamiento global y el cambio climático y provocar en los estudiantes actitudes individuales encaminadas a combatirlo.

Asimismo, al tratarse de un tema muy presente en los medios de comunicación y sobre el que ciertos sectores de la sociedad mantienen opiniones diversas y controvertidas, saber analizar e identificar qué información es fiable permite que los alumnos desarrollen el pensamiento crítico además de ser capaces de valorar de manera autónoma y crítica las medidas de carácter político que se puedan adoptar al respecto.

Aunque esta propuesta está especialmente pensada para alumnos de 1º de Bachillerato de Ciencias Sociales, también sería interesante llevarla a cabo en alguno de los cursos del Bachillerato de Ciencias puesto que esta parte de la estadística es la que más utilizarán en posteriores estudios universitarios que lleven a cabo, especialmente en carreras científicas o sanitarias y, generalmente, no se estudia en este Bachillerato por falta de tiempo para cubrir todo el currículo.

4.1. Objetivos específicos

El objetivo general de esta propuesta de innovación es describir e interpretar las características y parámetros de una distribución bidimensional utilizando el calentamiento global y el cambio climático como contexto para, de esta manera, mostrar un aplicación de las matemáticas en la vida real, haciendo así más atractivo el estudio de esta unidad.

Además, de los objetivos descritos en el Capítulo 2 se plantean otros, más concretos y específicos, relacionados exclusivamente con los contenidos matemáticos trabajados y establecidos en el Decreto 21/2015, de 26 de junio de 2015 del Boletín Oficial de La Rioja. Son los siguientes:

- Describir y comparar conjuntos de datos de distribuciones bidimensionales procedentes de fenómenos de la naturaleza.
- Obtener los parámetros estadísticos más habituales a partir de una distribución bidimensional.
- Valorar y analizar la posible relación entre dos variables y cuantificar la relación lineal entre ellas mediante el coeficiente de correlación.
- Evaluar la conveniencia de ajustar la relación de dos variables con una recta de regresión y realizar predicciones a partir de ella.
- Discernir entre correlación y causalidad.
- Utilizar de manera adecuada los distintos medios tecnológicos (calculadora, internet, Microsoft Excel etc.) para representar y cuantificar la relación lineal entre dos variables.

- Transmitir ideas y resultados utilizando un lenguaje matemático apropiado y empleando las unidades de medida correctas.
- Reconocer y plantear situaciones susceptibles de ser formuladas en términos matemáticos, elaborar y utilizar diferentes estrategias para abordarlas y analizar los resultados pudiendo defender sus argumentos frente a sus compañeros.

4.2. Competencias

La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa (LOMCE), pone énfasis en un modelo de currículo basado en competencias. Las competencias clave establecidas en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, que se trabajan a lo largo de esta propuesta de innovación son:

- **Competencia lingüística (CLL):** el alumno debe ser capaz de entender e interpretar los enunciados de las actividades planteadas y exponer y transmitir los resultados obtenidos correctamente. También debe saber extraer la información más relevante de textos y artículos de internet sobre el cambio climático.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología (CMCT):** se busca que los alumnos aprendan estadística mediante actividades contextualizadas, con el cambio climático como hilo conductor. De esta manera, se favorece que el alumno emplee el razonamiento matemático también para analizar problemas y situaciones de la vida real.
- **Competencia digital (CD):** se pretende que el alumno sea capaz de representar y analizar los resultados obtenidos utilizando medios tecnológicos como Excel además de identificar fuentes de datos e información fiables y científicas.
- **Aprender a aprender (CAA):** se busca que el alumno pueda asociar situaciones de la vida real y fenómenos de la naturaleza con términos matemáticos y analizarlos utilizando los recursos y estrategias más adecuados. También, que pueda comprender la importancia de las matemáticas en la vida cotidiana y analizar gráficas y datos que aparezcan en internet o en los medios de comunicación.

- **Competencias sociales y cívicas (CSC):** trabajando con un tema tan relevante en la actualidad, se quiere concienciar al alumnado sobre las implicaciones presentes y futuras del cambio climático para que, poniendo énfasis en su responsabilidad individual, tome partido en la lucha contra el calentamiento global.
- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (CSIEP):** utilizando actividades contextualizadas se busca aumentar el interés de los estudiantes hacia las matemáticas y que tomen conciencia de su importancia para, de esta manera, fomentar el aprendizaje autónomo. Además, al tratarse de un tema sobre el que ciertos sectores de la sociedad mantienen opiniones diversas y controvertidas se pretende desarrollar también el espíritu crítico de los alumnos.
- **Conciencia y expresiones culturales (CEC):** esta propuesta permite que los alumnos conozcan el significado de algunos conceptos ampliamente utilizados en la sociedad y los medios de comunicación. Además, posibilita que valoren de manera autónoma y crítica las medidas de carácter político que se puedan adoptar para combatir el cambio climático.

4.3. Contenidos

Los contenidos que marca el Decreto 21/2015, de 26 de junio de 2015, por el que se establece el currículo de Bachillerato de la Comunidad Autónoma de La Rioja y se trabajan en esta propuesta de innovación son:

- Medias y desviaciones típicas.
- Dependencia de dos variables estadísticas.
- Nube de puntos.
- Dependencia lineal. Covarianza y correlación.
- Correlación y causalidad.
- Cálculo e interpretación del coeficiente de correlación lineal.
- Regresión lineal.
- Predicciones estadísticas y fiabilidad de las mismas.

4.4. Aplicación de la propuesta

Esta propuesta está planteada para alumnos de 1º de Bachillerato de Ciencias Sociales aunque igualmente podría llevarse a cabo con alumnos del Bachillerato de Ciencias y en cualquiera de los dos cursos.

El objetivo es aumentar el interés de los alumnos por la asignatura, mostrando un ejemplo real de la importancia de las matemáticas para entender y predecir fenómenos de tanta relevancia como el calentamiento global y el cambio climático.

Para ello, todas las actividades de esta propuesta están diseñadas con datos reales de la anomalía en la temperatura media del planeta, la concentración media anual global de CO₂ en la atmósfera, el aumento del nivel del mar y la disminución de la extensión mínima de hielo en el Océano Ártico durante el verano. Estos datos se han obtenido de organizaciones como la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de Estados Unidos, la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y el National Snow and Ice Data Center de la Universidad de Colorado Boulder y se han elegido por ser algunos de los más significativos y que mejor representan las consecuencias del cambio climático.

Las actividades planteadas están pensadas para realizarse en clase, en 8 sesiones de 50 minutos aunque este número podría variar ligeramente en función del contexto y el desarrollo de la clase. La mayoría de las sesiones serán en el aula habitual pero las últimas tendrán lugar en el aula de informática del centro donde cada alumno utilizará un ordenador que disponga de Microsoft Excel. Si esto no fuera posible, las actividades con ordenador se resolverían por parejas.

La elección de Microsoft Excel como herramienta en esta propuesta de innovación viene motivada por su uso generalizado, especialmente en la rama de Ciencias Sociales, en los Grados Medios y Superiores de Formación Profesional y en las carreras universitarias a las que previsiblemente van a acudir los alumnos de este Bachillerato, pero también en la mayoría de los empleos en este sector. De esta manera, los alumnos empiezan a familiarizarse ya con este programa que, muy probablemente, tendrán que utilizar en el futuro.

Además, a pesar de ser de pago, Microsoft Excel está ampliamente extendido y, en general, los centros y los alumnos en sus casas tienen acceso a un ordenador con Microsoft Office. Aún así, en el caso de alumnos o centros que no tuvieran acceso

a Excel, el desarrollo de las actividades puede hacerse de manera análoga con los programas de acceso libre como Apache OpenOffice Calc, LibreOffice Calc o incluso podría utilizarse la Hoja de Cálculo de Google.

El empleo de herramientas tecnológicas ayuda no solo a descargar a los alumnos del trabajo de cálculo más repetitivo, sino también a presentar los conceptos que se trabajan de forma más visual y atractiva, lo que facilita su comprensión.

4.4.1. Temporalización

Como se ha mencionado anteriormente, el desarrollo de esta propuesta tendrá lugar durante ocho sesiones de 50 minutos siguiendo el esquema que aparece en la Tabla 4.1, aunque el número de sesiones podría variar ligeramente en función del contexto y el desarrollo de la clase.

Sesión 1	Test inicial y pequeño debate sobre el cambio climático.
Sesión 2	Media, desviación típica, dependencia entre dos variables y nube de puntos con datos y gráficas reales relacionadas con el cambio climático.
Sesión 3	Rectas de regresión. Teoría y problemas con datos y gráficas reales del cambio climático.
Sesión 4	Correlación y causalidad. Ejemplos de correlaciones “absurdas”.
Sesión 5	Resolución de problemas contextualizados. Actividad entregable.
Sesión 6	Introducción a Microsoft Excel con datos relacionados con el cambio climático.
Sesión 7	Continuación de la sesión anterior. Inicio de la segunda actividad entregable.
Sesión 8	Segunda actividad entregable y repetición del test inicial.

Tabla 4.1: Temporalización de la propuesta de innovación.

Primera sesión

Esta primera sesión será de introducción y presentación de la propuesta. En primer lugar se hará utilizar la herramienta Kahoot! para hacer un pequeño test de manera amena y divertida para conocer los conocimientos previos y el interés que tienen los alumnos acerca del cambio climático. Este test no tiene ninguna implicación para la nota de los alumnos, simplemente se busca conocer el punto de partida en relación a este tema. También nos dará, más adelante, la oportunidad de ver si a lo largo de esta propuesta los alumnos han adquirido conocimientos y competencias a este respecto. Las preguntas y respuestas de este Kahoot! se muestran en el Anexo I.

Una vez finalizado el test, se planteará un pequeño debate con los alumnos en el que podrán expresar sus opiniones y conocimientos sobre el calentamiento global y el cambio climático además de aportar ideas sobre contribuciones individuales que lleven a cabo en su día a día. A lo largo de este debate, el profesor planteará preguntas para que los alumnos reflexionen y debatan sobre la importancia que las matemáticas en este tema, si creen que son necesarias y de qué manera, dirigiendo así el debate hacia el tema principal de este trabajo.

Con esta primera sesión se busca romper la rutina del día a día y presentar el tema de una manera amena y divertida, de manera que aumente el interés de los alumnos y mejore su predisposición hacia los contenidos trabajados.

Segunda sesión

En la segunda sesión se realizará una pequeña introducción teórica al calentamiento global y al cambio climático y se mostrarán datos, gráficas y modelos de las páginas web de la National Oceanic and Atmospheric Administration (<https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>), la NASA (<https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>), el Climate Change Institute (<https://climatereanalyzer.org/clim/explore/>) o la Agencia Estatal de Meteorología (http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat) principalmente. Un ejemplo de los datos y gráficas que se pueden utilizar en esta sesión se muestra en la Figura 4.1.

También pueden añadirse otras fuentes o artículos que se consideren relevantes o resaltar aspectos que puedan resultar de particular interés para alguno de los alumnos.

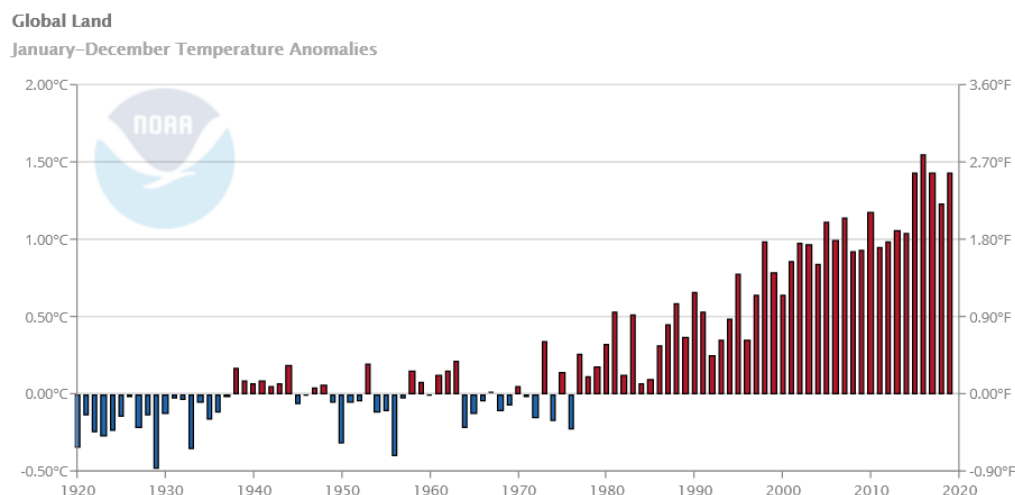


Figura 4.1: Gráfica que se mostrará como ejemplo en la segunda sesión. Anomalía de la temperatura anual global en el periodo 1920 - 2019. Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration.

Así, apoyándonos en este material se introducirán en la pizarra los primeros conceptos matemáticos como la media, desviación típica, dependencia entre dos variables y el diagrama de dispersión o nube de puntos. En especial, se hará hincapié en la importancia de las matemáticas para modelizar y predecir fenómenos tan importantes como este. A este respecto, se puede aprovechar para explicar la diferencia entre tiempo y clima y por qué se puede predecir el clima de los próximos años pero no el tiempo que hará el próximo mes, entre otros aspectos.

Tercera sesión

Esta sesión está más centrada en los contenidos matemáticos de la propuesta. La primera parte de la clase está dedicada a una explicación teórica en la pizarra donde se introduce el coeficiente de correlación para cuantificar la relación lineal entre dos variables y se presentan las rectas de regresión y la posibilidad de realizar predicciones a partir de ellas.

Sin embargo, para ilustrar la explicación con algún ejemplo se puede utilizar el recurso de la página web de la NOAA (<https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>) utilizado en la sesión anterior donde se puede realizar un ajuste de los datos seleccionados, como se puede observar en la Figura 4.2.

En la segunda parte de la clase se resolverá el siguiente ejercicio en la pizarra:

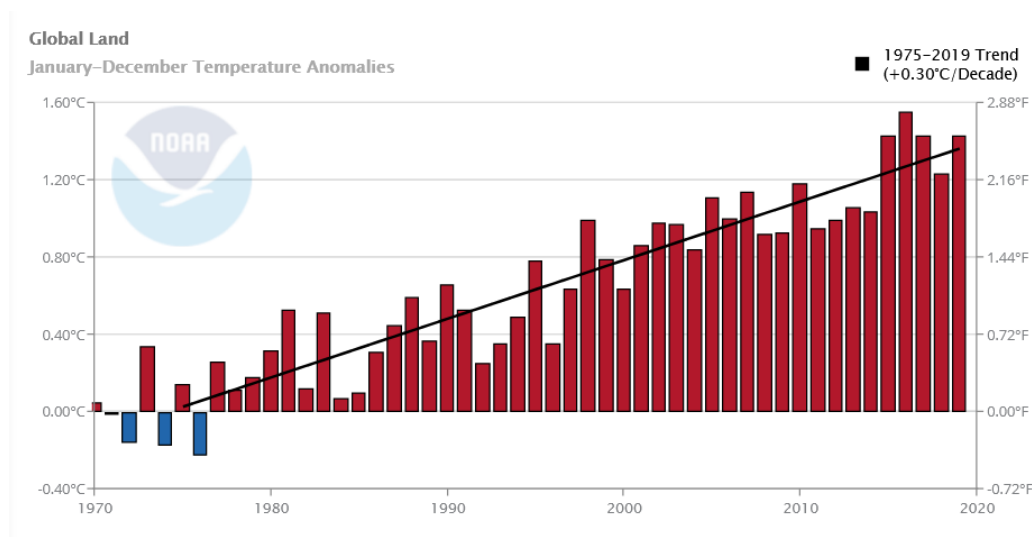


Figura 4.2: Gráfica que se mostrará como ejemplo en la tercera sesión. Anomalía de la temperatura anual global en el periodo 1975 - 2019 con ajuste lineal. Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration.

Actividad 1. El calentamiento global es el aumento de la temperatura media de la Tierra a largo plazo y uno de los aspectos más importantes del cambio climático que está teniendo lugar actualmente en nuestro planeta.

Una forma de comprobar que este efecto está teniendo lugar es a través de mediciones directas de temperatura. Además, habrás visto en los medios de comunicación predicciones acerca del aumento de la temperatura del planeta en las próximas décadas.

Cada año, se calcula la anomalía en la temperatura de ese año, siendo la diferencia con respecto a la temperatura media del siglo XX. A continuación, se muestran los datos de la anomalía en la temperatura anual global media en cada década entre 1920 y 2010, obtenidos de la National Oceanic and Atmospheric Administration de Estados Unidos.

Década	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Anomalía Temperatura Media Anual Global (°C)	-0.205	-0.098	0.092	-0.011	0.024	0.067	0.278	0.410	0.598	0.799

A partir de estos datos, ¿podemos calcular cuál será el aumento de la temperatura global media en la década que comienza en 2050? Para ello:

- (a) Describe qué relación encuentras entre las variables mostradas en la tabla al representarlas como una nube de puntos.
- (b) ¿Están el tiempo y la temperatura correlacionados? Calcula el coeficiente de correlación para averiguarlo.
- (c) Obtén la recta de regresión de y sobre x y represéntala.
- (d) ¿Cuál será el aumento de la temperatura global media en 2050?

Cuarta sesión

Un aspecto importante en este tema y en estadística en general es la interpretación de los resultados obtenidos. Por eso, una vez introducido el concepto de correlación en la sesión anterior, esta clase se dedicará a dejar claro que correlación no implica causalidad. Para ello, además de explicar la diferencia entre ellas, se utilizará como recurso la página web Tyler Vigen Spurious Correlations <https://www.tylervigen.com/spurious-correlations>. En esta web se muestra de forma divertida, como variables sin ningún tipo de relación, pueden seguir tendencias muy parecidas. Una de estas gráficas se muestran en la Figura 4.3.

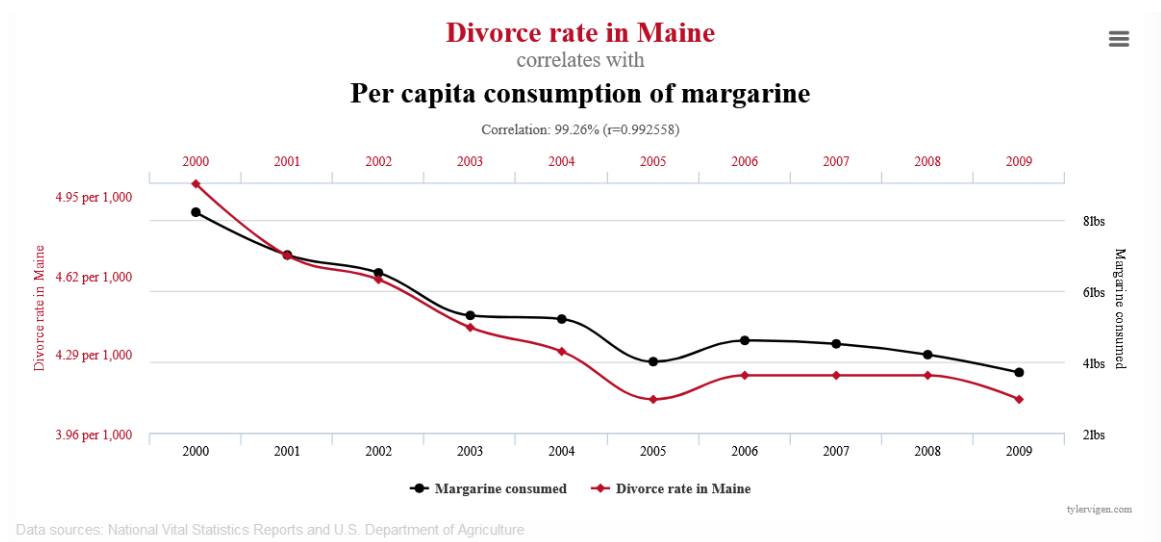


Figura 4.3: Gráfica que se mostrará como ejemplo en la cuarta sesión. Correlación entre la tasa de divorcio en el estado de Maine y el consumo de margarina en Estados Unidos. Fuente: <https://www.tylervigen.com/spurious-correlations>.

Las variables elegidas son bastante disparatadas y dejan claro que, aunque siguen tendencias parecidas y existe correlación entre ellas, no puede existir relación causa-

efecto. Utilizando estos ejemplos se pretende que los alumnos recuerden esta idea en el futuro con mayor facilidad.

Igualmente, aprovecharemos esta sesión y esta discusión previa para, con los mismos recursos que en la Sesión 1, hablar con los alumnos sobre los numerosos estudios y evidencias que respaldan la relación causa-efecto de la acción del hombre con el calentamiento global y el cambio climático.

Con todo esto, se busca que los alumnos desarrollen el pensamiento autónomo y crítico y entiendan con ello lo importante que es obtener la información de fuentes fiables y que, para confiar en los diferentes resultados estadísticos a los que puedan tener acceso, tienen que estar fundamentados por un buen análisis con base científica.

Quinta sesión

En esta sesión, el profesor resolverá en la pizarra un problema similar al que, en la segunda parte de la clase, se pedirá resolver y entregar a los alumnos.

El problema que resolverá el profesor en primer lugar es el siguiente:

Actividad 2. Hemos visto que el calentamiento global es el aumento de la temperatura media de la Tierra a largo plazo. Este aumento de la temperatura global influye en gran medida en los mares y océanos, provocando una de las consecuencias más preocupantes, que el hielo marino se funda y, por tanto, aumente la altura del nivel del mar de manera global.

A continuación, puedes observar los datos de la anomalía en la temperatura anual global y la variación de la altura media global del nivel del mar con respecto a la media de los últimos 20 años entre los años 2010 y 2019 proporcionados por la NOAA y el NASA Goddard Space Flight Center respectivamente.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Anomalía Temperatura Media Anual Global (°C)	0.73	0.58	0.64	0.68	0.74	0.93	1.00	0.91	0.83	0.95
Variación de la altura media global del nivel del mar (mm)	14.95	14.24	24.99	27.66	31.12	41.81	44.69	46.09	49.88	56.67

A partir de estos datos:

- (a) Describe qué relación encuentras entre la anomalía en la temperatura y la variación del nivel del mar al representarlas como una nube de puntos.
- (b) Halla las dos rectas de regresión y represéntalas.
- (c) Observando el ángulo entre las dos rectas, ¿cómo crees que será la correlación entre ambas variables?
- (d) Compruébalo calculando el coeficiente de correlación. A la vista de este parámetro, ¿podemos afirmar que el aumento de la temperatura media anual es una de las causas del aumento del nivel de mar?

Una vez terminado el problema, se resolverán las dudas que puedan surgir los alumnos y posteriormente se les entregará el problema que tendrán que resolver en clase y entregar al profesor para su posterior evaluación.

La entrega será individual aunque podrán comentar el ejercicio en parejas o pequeños grupos y pedir ayuda al profesor en momentos puntuales. El problema que tendrán que resolver es el siguiente:

Actividad 3. Hemos visto que el calentamiento global tiene consecuencias muy importantes a corto, medio y largo plazo y que está causado principalmente por la influencia de las actividades humanas, especialmente a partir de la revolución industrial.

Uno de las consecuencias principales de la actividad humana en el siglo XX y lo que llevamos de siglo XXI es el aumento de la concentración de CO_2 en la atmósfera y, en general, del aumento de la contaminación especialmente en grandes ciudades.

A continuación, se muestran los datos proporcionados por la National Oceanic and Atmospheric Administration de la anomalía en la temperatura anual global y la concentración media anual de CO_2 en la atmósfera entre los años 2010 y 2019.

A partir de estos datos:

- (a) Describe qué relación encuentras entre la anomalía en la temperatura y la concentración de CO_2 al representarlas como una nube de puntos.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Anomalía Temperatura Media Anual Global (°C)	0.73	0.58	0.64	0.68	0.74	0.93	1.00	0.91	0.83	0.95
Concentración media anual de CO ₂ (ppm)	388.57	390.45	392.46	395.19	397.12	399.41	402.86	405.00	407.38	409.83

- (b) Halla las dos rectas de regresión y represéntalas.
- (c) ¿Están ambas variables correlacionadas? Calcula el coeficiente de correlación para averiguarlo.
- (d) A la vista de este parámetro, ¿podemos afirmar que el aumento de la concentración anual de CO₂ en la atmósfera es una de las causas del calentamiento global y el cambio climático?
- (e) ¿Crees que es necesario reducir la concentración de CO₂ y otros gases contaminantes en la atmósfera? ¿Conoces alguna medida que se haya tomado para ello? Si lo crees necesario, ¿cómo podrías contribuir a ello de manera individual?

Sexta sesión

Esta sesión será la primera que se tenga lugar en el aula de informática. El objetivo principal es que los alumnos se familiaricen con Microsoft Excel, aprendan a operar con columnas, obtener los parámetros estadísticos necesarios y representar gráficas.

Se hará especial hincapié en la representación de gráficas, explicando los tipos de gráficos que pueden hacerse con el programa y sean capaces de elegir el más adecuado en cada caso. También, se pretende que puedan colocar y titular los ejes de manera adecuada, cambiar las diferentes características de la gráfica y obtener la recta de regresión y, si se quiere, mostrar su ecuación.

Para esta introducción en Microsoft Excel el profesor enviará por correo o a través de la plataforma del centro un archivo con los datos de la anomalía en la temperatura anual global y de la concentración media anual global de CO₂ entre los

años 1980 y 2019 obtenidos de la NOAA. Estos datos son los mismos que se utilizan en las Actividad 1 y 2 pero, esta vez contamos con un conjunto de datos mayor y puede hacerse un análisis más completo.

Con estos datos se obtendrán los valores de todos los parámetros trabajados previamente y se harán varias representaciones para que los alumnos se familiaricen con el programa. Un ejemplo se muestra en la Figura 4.4.

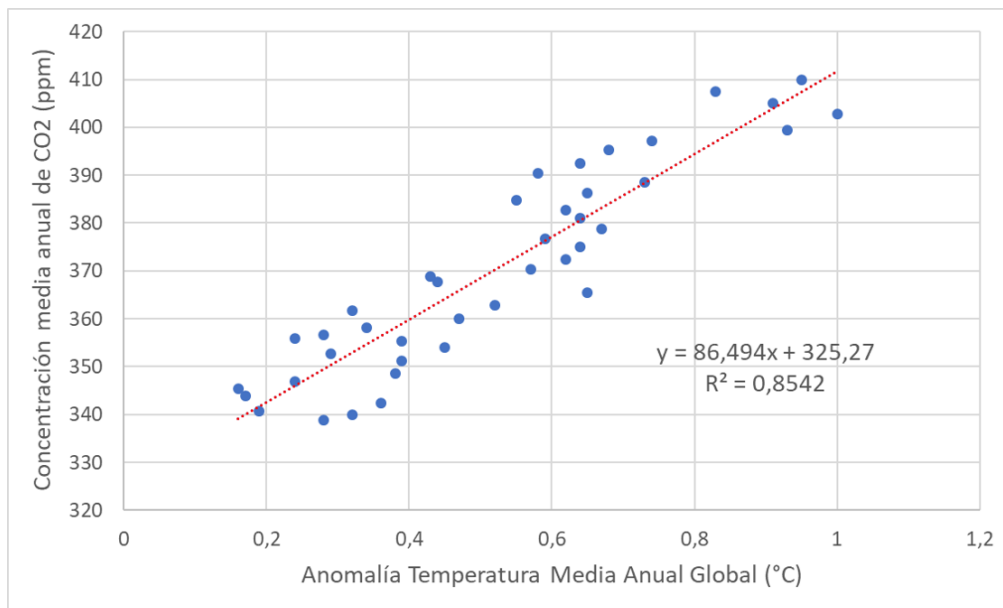


Figura 4.4: Ejemplo de gráfica de Microsoft Excel que se trabajará en la sesión 6.

Séptima sesión

En función de como se haya desarrollado la sesión anterior, la primera parte de esta se dedica a continuar o repasar lo aprendido en la clase anterior.

A continuación, se explica la segunda actividad que los alumnos tienen que entregar en esta propuesta de innovación. Tendrán parte de esta sesión y la siguiente al completo para realizarla.

Actividad 4. En actividades anteriores, hemos visto que, en los últimos años, se ha observado un aumento en la altura del nivel del mar de manera global. Esto viene provocado por la fusión del hielo marino, especialmente, en el océano Ártico donde la extensión de hielo alcanza su mínimo anual en el mes de septiembre.

- (a) Busca en internet los datos de la extensión del hielo en el océano Ártico en el mes de septiembre entre los años 1979 y 2019 y descárgalos en un fichero

Excel. Necesitarás también los datos de la anomalía de la temperatura global anual que te proporcionó el profesor en la sesión anterior. Una vez que los encuentres, y antes de continuar con la actividad, consulta al profesor si los datos que has obtenido son válidos. Pista: Piensa en las webs que hemos visto a lo largo de estas sesiones.

- (b) Representa los datos obtenidos y dibuja la recta de regresión. La gráfica tiene que tener título, los ejes tienen que mostrar qué representan y sus unidades y la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación tienen que estar presentes.
- (c) Reflexiona acerca de la correlación de ambas variables.
- (d) Calcula cuánto disminuirá el nivel del hielo si la temperatura aumenta hasta 1.5 °C por encima de la media del siglo XX. ¿Y si aumenta hasta 2 °C?
- (e) ¿Cómo crees que puede afectar el deshielo del Ártico en el corto y medio plazo? ¿Crees que habría que tomar medidas para intentar detener el aumento de la temperatura global del planeta? ¿Cuáles podrían ser estas medidas tanto a nivel general como individual?

Octava sesión

Esta sesión se dedicará en su totalidad a que los alumnos realicen y entreguen la Actividad 4. La entrega será a través de la plataforma del centro, en un documento de Microsoft Word o equivalente. La idea es que los alumnos no tengan que llevarse el trabajo a casa y la terminen en clase donde contarán con la ayuda del profesor siempre que lo necesiten.

Como en la sesión 5, la entrega será individual aunque podrán contar con la ayuda de algún compañero y comentar entre ellos la actividad que tienen que realizar.

Por último, se dedicarán los últimos 10 minutos de la sesión a repetir el test Kahoot! realizado al inicio de la propuesta. Este test no influirá en la nota de los alumnos, únicamente nos servirá para valorar si los alumnos han adquirido nuevos conocimientos acerca del calentamiento global y el cambio climático. Sin embargo, como nota simpática y para aumentar la motivación de los estudiantes, el alumno que gane el Kahoot! recibirá un pequeño premio relacionado con el cuidado del medio ambiente.

4.4.2. Materiales y recursos

Los materiales y recursos necesarios para la puesta en práctica de esta propuesta de innovación son:

- Pizarra donde se realizarán las explicaciones principales y se resolverán los ejercicios propuestos.
- Ordenador conectado a un proyector. Se necesita proyectar la pantalla del ordenador para mostrar información, datos y gráficas que apoyarán las explicaciones teóricas.
- Aula de informática con ordenadores con Microsoft Excel, o programa equivalente, instalado. Este programa es una de las herramientas principales de esta propuesta y su elección se ha justificado al inicio de este capítulo.
- Hojas de papel cuadriculado. Los alumnos resolverán en estas hojas los ejercicios propuestos y las entregarán al profesor para su corrección. Es aconsejable que sean hojas cuadriculadas ya que tendrán que dibujar gráficas.
- Páginas webs en las que nos apoyaremos a lo largo de todo el trabajo. En concreto, se emplearán datos, gráficas y modelos de:
 - la National Oceanic and Atmospheric Administration (<https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>),
 - la National Aeronautics and Space Administration (<https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>),
 - el Climate Change Institute (<https://climatereanalyzer.org/clim/explore/>),
 - la Agencia Estatal de Meteorología (http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat).
- Kahoot! junto con los móviles de los alumnos. Se utilizará este recurso para realizar unos pequeños test al principio y al final de esta propuesta acerca de los conocimientos que tienen o han adquirido los alumnos sobre el cambio climático.

4.4.3. Atención a la diversidad

La diversidad ha estado y estará siempre presente en las aulas y, por tanto, es necesario contemplar diferentes actuaciones que permitan que todos los alumnos trabajen las competencias establecidas en esta propuesta y puedan alcanzar los objetivos definidos al inicio de este trabajo.

Dentro de las numerosas adaptaciones que pueden llevarse a cabo en el aula, nos centraremos en las medidas que pueden tomarse a nivel individual según el tiempo y la motivación y las dificultades de los alumnos.

Aquellos alumnos que tengan más dificultad recibirán más ayuda por parte del profesor a la hora de resolver los ejercicios en las sesiones. En caso de dificultades aún mayores podríamos dejar fuera parte de los contenidos y centrarnos únicamente en un parte de ellos, adaptando las actividades a entregar.

Por el contrario, los alumnos con altas capacidades podrán realizar alguna actividad más compleja o que implique una mayor reflexión, incluso yendo un poco más allá de los contenidos del curso.

En el caso de que haya estudiantes diagnosticados con TDAH o dislexia, por ejemplo, que necesiten más tiempo y al tratarse de actividades pensadas para que los alumnos no se lleven trabajo a casa, podrán dejar sin hacer el último apartado de cada uno de los problemas propuestos para dedicar más tiempo al resto.

Igualmente, en la actividad entregable con Microsoft Excel el profesor podría indicar directamente la fuente de la que obtener los datos para que los alumnos no se despisten y no empleen mucho tiempo buscando en internet.

También se realizarán, para aquellos alumnos que lo requieran, otro tipo de adaptaciones para que todos los estudiantes puedan alcanzar los objetivos previstos.

4.5. Evaluación

La evaluación de esta propuesta se realizará mediante la resolución de las actividades planteadas. Concretamente, se pedirán dos entregas. Una será en la sesión 5 con la resolución de la Actividad 3 y otra en la sesión 8 y consistirá en la entrega de un archivo de Microsoft Word con la resolución de la Actividad 4.

Para evaluar los ejercicios entregados se ha creado una rúbrica (Tabla 4.2) que

se pondrá a disposición de los alumnos en la primera sesión de esta propuesta para que puedan saber con exactitud qué y cómo se va a calificar esta actividad.

Además de los conceptos matemáticos aprendidos y la correcta realización de los problemas propuestos, también se tendrá en cuenta la actitud de los alumnos y su participación en clase.

En concreto, los parámetros que se valorarán en las actividades entregadas y los porcentajes asignados para cada uno de ellos son:

- Utilización del lenguaje matemático: 10 %.
- Planteamiento: 30 %.
- Resolución: 30 %.
- Manejo de Microsoft Excel: 15 %.
- Presentación: 5 %.
- Actitud y participación en clase: 10 %.

Por último, se repetirá el test con Kahoot! realizado al inicio de la propuesta para valorar si los alumnos han adquirido nuevos conocimientos acerca del calentamiento global y el cambio climático. Este test no influirá en la nota de los alumnos, únicamente nos servirá para evaluar este trabajo y ver si los objetivos más sociales de esta propuesta de innovación se han alcanzado.

En resumen, con todas estas acciones se determinará si los alumnos han adquirido los conocimientos y competencias previstos en esta propuesta y si se han podido alcanzar todos los objetivos planteados en este trabajo.

Criterios de evaluación	Insuficiente (1-4)	Suficiente (5-6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)
Utilización del lenguaje matemático	Rara vez utiliza el lenguaje y la notación matemática.	Utiliza ocasionalmente el lenguaje y la notación matemática o lo hace con errores.	Utiliza regularmente el lenguaje y la notación matemática adecuada.	Utiliza siempre el lenguaje y la notación matemática adecuada.
Planteamiento	Comprende de manera superficial los enunciados. Necesita ayuda constante para plantear y resolver los ejercicios. Utiliza diferentes estrategias de resolución de problemas con errores importantes. No es capaz de reflexionar ni sacar conclusiones.	Comprende los enunciados. Necesita ayuda ocasionalmente para plantear y resolver el ejercicio. Utiliza diferentes estrategias de resolución de problemas con errores poco importantes. Reflexiona y saca conclusiones con ayuda.	Comprende los enunciados sin problema. Trabaja de manera autónoma. Utiliza diferentes estrategias de resolución de problemas casi correctamente. Reflexiona y saca conclusiones, aunque con pequeñas incorrecciones.	Comprende el enunciado con profundidad. Utiliza diferentes estrategias de resolución de problemas correctamente. Trabaja de manera autónoma y muestra iniciativa. Reflexiona acerca del proceso utilizado y saca buenas conclusiones.
Resolución	Calcula con dificultad y ayuda constante el grado de relación entre dos variables mediante la información gráfica de la nube de puntos o la interpretación del coeficiente de correlación. Realiza incorrectamente estimaciones a partir de las rectas de regresión.	Calcula con ayuda ocasional el grado de relación entre dos variables mediante la información gráfica de la nube de puntos o la interpretación del coeficiente de correlación. Realiza con errores leves estimaciones a partir de las rectas de regresión.	Calcula generalmente de forma autónoma el grado de relación entre dos variables mediante la información gráfica de la nube de puntos o la interpretación del coeficiente de correlación. Realiza correctamente estimaciones a partir de las rectas de regresión.	Calcula de forma autónoma el grado de relación entre dos variables mediante la información gráfica de la nube de puntos o la interpretación del coeficiente de correlación. Realiza con exactitud a partir de las rectas de regresión.
Manejo de Microsoft Excel	No es capaz de utilizar el programa sin ayuda. No consigue obtener los parámetros necesarios ni representar los resultados. No hace análisis de los resultados obtenidos.	Utiliza el programa con ayuda ocasional. Representa los resultados, pero no consigue obtener los parámetros necesarios. Intenta analizar los resultados obtenidos, aunque sea de manera incorrecta.	Utiliza el programa de manera autónoma. Calcula los parámetros necesarios correctamente y representa los resultados con alguna imprecisión. Analiza los resultados obtenidos casi correctamente.	Utiliza el programa de manera autónoma. Calcula los parámetros necesarios correctamente y representa los resultados perfectamente. Analiza los resultados obtenidos correctamente.
Presentación	Entrega los ejercicios incompletos y desordenados. La presentación es mala.	Entrega los ejercicios casi completos y ordenados. La presentación es correcta.	Entrega los ejercicios completos y ordenados. La presentación es buena.	Entrega los ejercicios completos y ordenados. La presentación es muy buena.
Actitud y participación en clase	No presta atención, ni muestra interés en las actividades. Interrumpe la clase constantemente y molesta a los compañeros.	Presta atención, pero no muestra mucho interés en las actividades. Interrumpe la clase en alguna ocasión.	Presta atención en clase y muestra interés en las actividades. Participa ocasionalmente en clase y hace preguntas al profesor.	Presta atención y muestra gran interés en las actividades. Participa con regularidad en clase y hace buenas preguntas al profesor.

Tabla 4.2: Rúbrica de evaluación para las actividades entregadas.

Capítulo 5

Discusión

Esta propuesta está especialmente diseñado para alumnos de 1º de Bachillerato de Ciencias Sociales, pero también podría llevarse a cabo en 1º de Bachillerato de Ciencias. Los contenidos que se trabajan están incluidos en el currículo de ambos cursos pero, aún así, en numerosas ocasiones se dejan fuera, especialmente en el Bachillerato de Ciencias, por falta de tiempo ya que, posteriormente, no se examinan en la EBAU. Sin embargo, dentro de la rama de estadística, puede ser uno de los temas más útiles para los alumnos de cara a futuras carreras universitarias o estudios de Formación Profesional que puedan realizar.

Aunque no se ha podido llevar a la práctica este trabajo y no se ha podido comprobar su aceptación y efectividad, considero que las ventajas e inconvenientes que pueden surgir a lo largo del desarrollo de esta propuesta son las que se muestran en la Tabla 5.1.

Alguno de los inconvenientes expuestos en la Tabla 5.1 pueden tratar de evitarse o mitigarse de la siguiente manera:

- En lo relativo a la falta de tiempo debido a la gran extensión de currículo de Bachillerato, se podría plantear este trabajo en las últimas semanas de junio, una vez que han terminado los exámenes de la convocatoria ordinaria pero todavía quedan una semanas para el final de curso. De esta manera, los alumnos que tienen la asignatura aprobada pueden encontrar mayor motivación en acudir a estas clases, ya que los aspectos tratados les pueden resultar de gran utilidad para sus futuros estudios. Además, las explicaciones y discusiones en torno al calentamiento global y el cambio climático pueden acortarse o

Ventajas
<ul style="list-style-type: none"> ■ Pone de manifiesto la importancia de las matemáticas. ■ Aumenta el interés de los alumnos por la asignatura. ■ Permite concienciar sobre el cambio climático. ■ Aprenden a manejar Microsoft Excel, que es les puede resultar muy útil en el futuro. ■ Se trata un tema que, al no examinarse en EBAU, no se suele impartir por falta de tiempo. ■ Permite romper con la rutina del día a día. ■ Interdisciplinariedad. ■ Permite formar estudiantes capaces de interpretar la información relativa al cambio climático en los medios de comunicación y críticas con las medidas que se puedan tomar al respecto. ■ Ayuda a que los alumnos distingan fuentes científicas y fiables.
Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de tiempo. ■ Implica recursos informáticos que no siempre pueden estar disponibles. ■ Algunos estudiantes pueden tener dificultad con los contenidos tratados. ■ No hay mucha interacción entre los alumnos en algunas sesiones. ■ Puede que el tema no sea de interés para algunos estudiantes. ■ Los datos pueden ser un poco difíciles de manejar. ■ Es difícil de adaptar a la docencia online.

Tabla 5.1: Ventajas e inconvenientes de esta propuesta.

extenderse según considere del profesor o en función del interés de los alumnos.

- Las dificultades que los alumnos puedan encontrar con los contenidos tratados se intentarán solventar con las medidas propuestas en la Sección 4.4.3.
- En el caso de no disponer de los recursos informáticos necesarios, como ordenadores para todos los alumnos, se podría trabajar únicamente la primera parte de esta propuesta en el aula habitual. Se perderían una parte de los objetivos y competencias que se quieren trabajar, pero muchos otros todavía podrían

llevarse a cabo.

- Si el tema no es de gran interés para el alumnado, se puede disminuir el peso del cambio climático en la propuesta y centrarla más en resaltar la importancia de las matemáticas para tratar grandes problemas, especialmente en alguno que encuentren mayor interés.

Capítulo 6

Conclusiones

A pesar de no haber podido llevar a cabo este trabajo en un aula y haber podido observar sus resultados, esta propuesta puede ser una gran oportunidad para motivar a los estudiantes, romper la rutina del día a día y acercar las matemáticas a los alumnos.

El tema elegido para ello es un tema global, de vital importancia y muy presente en los medios de comunicación. Además, son los jóvenes los que están liderando el movimiento para presionar a los líderes políticos a actuar frente al calentamiento global y el cambio climáticos. No hay que olvidar que la líder del movimiento Fridays for Future es una adolescente, que ha estado presente de manera muy intensa en los medios de comunicación y con la que, en cierta medida, pueden sentirse identificados. Por esta razón, creemos que contextualizar las actividades en torno a esta tema puede ser un acierto y ayudar a que los alumnos pongan especial atención a lo largo de las sesiones.

Además, y en el caso de que no lo estén ya, conseguimos concienciar a los alumnos sobre cambio climático y animarles a tomar partido en la lucha contra el calentamiento global o, en el mejor de los casos, reforzar las acciones individuales que puedan estar llevando a cabo en su día a día. Asimismo, proporcionándoles información científica y veraz, aprenderán a analizar los datos que lean o escuchen en los medios de comunicación o en redes sociales y podrán valorar por sí mismos de manera crítica las acciones políticas que se están tomando al respecto estos últimos meses.

Por supuesto, alcanzar los objetivos marcados en el currículo es muy importante,

aunque puede ser difícil en Bachillerato donde los contenidos a impartir son muy extensos. También por este motivo se eligió esta propuesta. En general, los contenidos a trabajar en este trabajo no se suelen tratar durante el curso porque, ante la falta de tiempo se priorizan otros, especialmente en el Bachillerato de Ciencias donde el currículo es muy amplio. Sin embargo, las unidades didácticas dedicadas a la estadística pueden ser especialmente importantes para alumnos que quieran continuar sus estudios con carreras universitarias o Grados de Formación Profesional de las ramas sanitarias o de ciencias sociales, por ejemplo. En estos casos, estos conocimientos pueden ser muy útiles en el futuro y merece la pena introducirlos en esta etapa educativa.

Por esta misma razón, se propone el uso de Microsoft Excel en este trabajo. Se trata de un software ampliamente utilizado y extendido a todos los niveles. Haciendo uso de él en esta propuesta se pretende que los estudiantes empiecen a familiarizarse con una herramienta que, muy probablemente, tengan que usar más adelante, tanto en sus estudios como en sus futuros empleos.

En resumen, a pesar de algunas desventajas que se han descrito en capítulo anterior, este trabajo puede ser una muy buena oportunidad para mostrar a los alumnos lo interesantes e importantes que son las matemáticas. De esta manera, los estudiantes ven más directamente su utilidad y se rompe la barrera que existe muchas veces frente a la asignatura. Muchos alumnos se muestran desmotivados porque piensan que lo que estudian en clase no les servirá en el futuro. Si conseguimos romper esta barrera, mostrándoles la importancia de las matemáticas y conseguimos que encuentren más interesante la asignatura, tendremos mucho camino ganado en la enseñanza de las matemáticas. Si además conseguimos que tomen conciencia de un problema tan importante, que afecta a todo el planeta, y que actúen en consecuencia tomando aunque sea pequeñas medidas a nivel individual, habremos dado un gran paso adelante.

Referencias

- AEMET. (2020, junio). *Agencia Estatal de Meteorología*. Descargado de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat
- Andrés, L. (2019, 5 de diciembre). Donald Trump se retira del Acuerdo de París. *La Vanguardia*. Descargado de <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20191205/472044732126/donald-trump-se-retira-acuerdo-paris.html>
- Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Revista digital innovación y experiencias educativas*, 7.
- Belloch, C. (2012). Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje. *Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia*.
- Boletín Oficial de La Rioja. (2015, 3 de julio). Decreto 21/2015, de 26 de junio, por el que se estable el currículo de Bachillerato y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación del alumnado de la Comunidad Autónoma de La Rioja. (85), 13481–13808.
- Boletín Oficial del Estado. (2013, 10 de diciembre). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. (295).
- Boletín Oficial del Estado. (2015, 29 de enero). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. (25), 6986–7003.
- Cadena Ser. (2007, 22 de octubre). Rajoy resta importancia al cambio climático aludiendo a su primo científico. *Cadena Ser*. Descargado de https://cadenaser.com/ser/2007/10/22/espana/1193010614_850215.html
- Climate Change Institute. (2020, junio). *Climate Reanalyzer*. Descargado de

- <https://climatereanalyzer.org/clim/explore/>
- Comisión Europea. (2016, abril). *Acuerdo de París*. Descargado de https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es
- Ed Dlugokencky and Pieter Tans. (2020, junio). *NOAA/ESRL*. Descargado de <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- Gobierno del Principado de Asturias. (2019). *Unidad Didáctica: Cambio Climático*. Descargado de <http://movil.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/Unidad%20Did%C3%A1ctica%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20Segundo%20Ciclo%20ESO.pdf>
- Guerrero, M. d. R. (2014). *Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. Las TIC y la educación*. Marpadal Interactive Media SL.
- Gómez-Chacón, I. M. (2002). Cuestiones afectivas en la enseñanza de las matemáticas: una perspectiva para el profesor.
- Jorrín, J. G. (2020, 21 de enero). El Gobierno obligará a las ciudades de más de 50.000 habitantes a tener su Madrid Central. *El Confidencial*. Descargado de https://www.elconfidencial.com/economia/2020-01-21/gobierno-obligara-ciudades-50000-habitanes-madrid-central_2421220/
- Lu, J., Vecchi, G. A., y Reichler, T. (2007). Expansion of the Hadley cell under global warming. *Geophysical Research Letters*, 34(6).
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2016, febrero). Cambio Climático: Informe de síntesis. Guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020, junio). *Actividades Didácticas sobre Cambio Climático*. Descargado de https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/Cclimatico/actdida_cc.aspx
- NASA. (2020, junio). *Goddard Space Flight Center*. Descargado de <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>
- NOAA National Centers for Environmental Information. (2020, junio). *Climate at a Glance: Global Time Series*. Descargado de <https://www.ncdc.noaa.gov/cag/>
- Núñez, J. M., y Font, V. (1995). Aspectos ideológicos en la contextualización de las

- matemáticas. Una aproximación histórica. *Revista de Educación*, 306, 293–314.
- Pacheco, S., y Petrus, J. (2015). Vocabulario climático para comunicadores y divulgación general. *Asociación Española de Climatología y Asociación de Comunicadores de Meteorología*.
- Parra, H. (2013). Claves para la contextualización de la matemática en la acción docente. *Omnia*, 19(3), 74–85.
- Rodriguez, F. (2007). Cambio climático en 4º de ESO. *SUMA*, 56, 63–71.
- Rodríguez, R. M., Benito, A., y Portela, A. (2014). Meteorología y Climatología. *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología*.
- Stocker, T. F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S. K., Boschung, J., ... others (2013). Climate change 2013: The physical science basis. *Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, 1535.
- Tyler Vigen. (2020, junio). *Spurious Correlations*. Descargado de <https://www.tylervigen.com/spurious-correlations>
- Universidad de Colorado Boulder. (2020, junio). *National Snow and Ice Data Center*. Descargado de https://nsidc.org/data/seaice_index/archives

Anexo I

A continuación, se muestran las preguntas que se incluirán en el Kahoot! que se realizará al inicio y al final de esta propuesta de innovación.

Pregunta 1. ¿Quién inició el movimiento Fridays for Future en 2018?

- (a) Greta Thunberg.
- (b) Emma Watson.
- (c) Penélope Cruz y Javier Bardem.
- (d) Leonardo DiCaprio.

Pregunta 2. ¿Con qué objetivo surgió este movimiento?

- (a) Defender la semana laboral de 4 días.
- (b) Promover el estudio de ciencia y tecnología en los colegios.
- (c) Presionar a los responsables políticos para que tomen medidas contra el cambio climático.
- (d) Reclamar más películas de ciencia ficción en la televisión.

Pregunta 3. ¿Cuáles crees que son las causas del cambio climático actual?

- (a) Causas naturales. Ya ha habido otros cambios climáticos con anterioridad.
- (b) Las actividades humanas.
- (c) El aumento del nivel del mar.
- (d) Ninguna. El cambio climático no existe.

Pregunta 4. ¿Tendrá consecuencias el cambio climático actual?

- (a) No. Hará un poco más de calor pero eso no es malo.
- (b) Solo afectará a una pequeña parte de la Tierra donde apenas vive nadie.
- (c) Habrá consecuencias muy importantes para todo el planeta.
- (d) No lo sé. No va a afectar a mi generación y no me importa mucho.

Pregunta 5. ¿Se celebra alguna reunión a nivel mundial para tratar el cambio climático?

- (a) Sí, se celebra una Cumbre del G8 cada año.
- (b) Sí, se celebra una Cumbre del Clima cada año.
- (c) No, a nivel mundial pero sí a nivel europeo.
- (d) No, cada país toma sus propias decisiones.

Pregunta 6. ¿Cuáles son las principales consecuencias del calentamiento global?

- (a) El efecto invernadero y la contaminación de los océanos.
- (b) El aumento de la temperatura global del planeta, el aumento del nivel del mar, y el deshielo marino.
- (c) El aumento de la concentración de CO₂ y otros gases contaminantes en la atmósfera.
- (d) La aparición de nuevos virus en la naturaleza.

Pregunta 7. ¿Cuál es una de las causas principales del calentamiento global?

- (a) El aumento de la concentración de CO₂ y otros gases contaminantes en la atmósfera.
- (b) El aumento de la radiación solar que recibe la Tierra.
- (c) El deshielo oceánico.

- (d) El aumento del uso de desodorantes y productos de higiene.

Pregunta 8. ¿Qué compromiso se alcanzó en el Acuerdo de París de 2016?

- (a) Prohibir los coches diésel y gasolina para el año 2030.
- (b) Conseguir que todos los hogares europeos reciclen para 2022.
- (c) Aumentar la temperatura global al menos 2°C por encima de los niveles preindustriales.
- (d) Limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C por encima de los niveles preindustriales.

